

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-115339

(43)Date of publication of application : 02.05.1995

(51)Int.Cl.

H03H 7/09

H01F 27/33

H03H 11/04

H03H 11/12

(21)Application number : 05-259919

(71)Applicant : HANSHIN DENSEN KK

(22)Date of filing : 18.10.1993

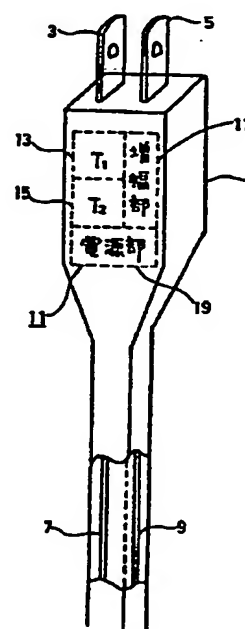
(72)Inventor : SENDA TAKEO

## (54) LINE FILTER AND ITS IMPEDANCE CHANGING METHOD

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a line filter and its impedance changing method to freely set a specific band width or attenuation quantity without using any ground.

**CONSTITUTION:** A line filter 11 contained in a single-phase power cord 1 includes the 1st and 2nd transformers 13 and 15 which use the wires 7 and 9 connected to the plugs 3 and 5 that are inserted to a commercial power supply as the primary coils respectively, an amplifier part 17 which amplifies the noise current that is picked up by the secondary coil of the transformer 13, and a power supply part 19 which supplies the power to the part 17. The current amplified at the part 17 is sent to the secondary coil of the transformer 15.



**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] In the line filter equipped with the 1st core, the 2nd core, the 1st coil rolled ranging over said 1st and 2nd cores, and the 2nd coil by which the electromagnetic coupling was carried out to said 1st coil The impedance change approach of the line filter to which the impedance of said 1st coil is changed by passing the current which detected and amplified the current which flows in said 1st coil, and was amplified by said 2nd coil.

[Claim 2] The 1st transformer which is the line filter which absorbs a noise current and contains an upstream coil and a secondary coil, It has the 2nd transformer containing an upstream coil and a secondary coil, and a magnification means to amplify the noise current by which electromagnetic induction was carried out to the secondary coil of said 1st transformer when a noise current flowed in the upstream coil of said 1st transformer. The line filter characterized by the noise current amplified with said magnification means changing the impedance of a sink and the upstream coil of said 2nd transformer to the secondary coil of said 2nd transformer.

[Claim 3] The upstream coil of said 1st transformer and the upstream coil of said 2nd transformer are a line filter according to claim 2 characterized by being wound ranging over the 1st core and 2nd core while connecting.

[Claim 4] Said 1st and 2nd cores are the line filters containing two or more cores which have a different proper electric-oscillation frequency band according to claim 3.

[Claim 5] Said magnification means is a line filter according to claim 2 which adjusts the supply voltage to said amplifier, bias voltage, an output phase, and amplification degree, and is characterized by changing the impedance of the upstream coil of said 2nd transformer including an amplifier.

---

[Translation done.]

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the impedance change approach of a line filter and a line filter. A noise or a specific frequency is especially decreased by the very big attenuation covering the broadband frequency of 10kHz - 100MHz or more. While preventing that malfunction of the various electronic equipment which happens by the RF noise which gets across to AC-power-supply Rhine, low frequency Rhine, or direct-current Rhine, and normal actuation of these devices are blocked Harmful electromagnetic wave transmission or the radiation to Rhine can be prevented. A band pass filter, It is applied as low-pass or a high pass filter, and a passage electric-energy compensation filter to a specific band frequency, and is related with the impedance change approach of the line filter which can contribute to various electronics industry sections, and a line filter.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, digitization of various electronic equipment progresses and the noise source which generates a noise in various fields including a home is increasing. For example, there are a normal mode noise and common mode noise in the noise which invades into various electronic equipment from the Rhine line, and the generating mechanism differs from transfer mode. \*\*\*\* [ invasion of such a noise / produce / various electronic equipment / malfunction ] Moreover, the various electronic equipment by which that a noise occurs in [ various ] electronic equipment also generated the noise when the noise was sent into the power source for a certain reason will become a noise source for other various electronic equipment. Therefore, the line filter was proposed as what can absorb the noise transmitted in the Rhine line.

[0003] The line filter to the conventional common mode noise makes the magnetic substance similar to a ferrite or this penetrate the Rhine line, or is twisted N times, and uses electromagnetic induction. That is, the square of number of turns N is proportional to the impedance of a line filter, and the current inhibition effectiveness by the impedance originates in back EMF which generates the Rhine line according to the current which is going to flow. Therefore, inhibition of the purpose frequency is performed by the impedance determined with the number of turns N which constitute a line filter, and the magnetic substance.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, Comite International Special des Perturbations Radioelectrique (CISPR) is setting to 30MHz or less the conduction noise, i.e., the noise transmitted in the Rhine line. However, the antenna effective length who uses as an antenna in fact Rhine where a noise is transmitted has the case of 1/4 or less [ of 30MHz electromagnetic wave length ]. Moreover, also when a standing wave takes the Rhine line by the integral multiple of quarter-wave length, a noise 30MHz or more will be transmitted in the Rhine line. Therefore, what the line filter prepared in the outlet of a noise can attain to to the frequency with the highest possible effective frequency is desired now.

[0005] However, it depends for the operation energy with which the conventional line filter absorbs a noise on the own energy of a noise which mainly works to an inductance. Therefore, if there were many number of turns of the Rhine line coiled around the toroidal core etc., in order that a straight capacity might increase and a high region frequency might bypass, the screen effect about a high region frequency had faded.

[0006] On the other hand, in order to prevent a noise more, three plugs by the plug for touch-down and the plug for alternating voltage may be prepared in the power cord equipped with a line filter. However, even if that in which two plugs are inserted is most and a source power supply is a power cord with which only two plugs are prepared, it needs to make the line filter which can fully absorb a noise from the Rhine line have.

[0007] Therefore, this invention is offering the impedance change approach of the line filter which solves the above problems, fully absorbs the noise of the high frequency transmitted in the Rhine line, does not need a grounding conductor even if it is the power cord used by the

source power supply which can insert only two plugs, but can fully absorb a noise from the Rhine line, and a line filter.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The impedance change approach of the line filter concerning invention of claim 1 In the line filter equipped with the 1st core, the 2nd core, the 1st coil rolled ranging over the 1st and 2nd cores, and the 2nd coil by which the electromagnetic coupling was carried out to the 1st coil The impedance of the 1st coil is changed by passing the current which detected and amplified the current which flows in the 1st coil, and was amplified by the 2nd coil.

[0009] The 1st transformer which the line filter concerning invention of claim 2 is a line filter which absorbs a noise current, and contains an upstream coil and a secondary coil, It has the 2nd transformer containing an upstream coil and a secondary coil, and a magnification means to amplify the noise current by which electromagnetic induction was carried out to the secondary coil of the 1st transformer when a noise current flowed in the upstream coil of the 1st transformer. The noise current amplified with the magnification means changes the impedance of a sink and the upstream coil of the 2nd transformer to the secondary coil of the 2nd transformer.

[0010] In claim 3, it connects and the upstream coil of the 1st transformer of claim 2 and the upstream coil of the 2nd transformer are rolled ranging over the 1st core and 2nd core.

[0011] In claim 4, the 1st and 2nd cores of claim 3 contain two or more cores which have a different proper electric-oscillation frequency band.

[0012] In claim 5, including an amplifier, the magnification means of claim 2 adjusts the supply voltage to an amplifier, bias voltage, an output phase, and amplification degree, and changes the impedance of the upstream coil of the 2nd transformer.

[0013]

[Function] Using two transformers, the impedance change approach of the line filter concerning this invention and a line filter can take up a noise current in a secondary coil from the upstream coil of the 1st transformer, and can change the impedance of the upstream coil of the 2nd transformer in-series [ in the upstream coil of the 1st transformer ] and connected to it by amplifying the taken-up noise current and passing in the secondary coil of the 2nd transformer.

[0014]

[Example] Drawing 1 is the perspective view of the single phase power cord which contained the line filter by one example of this invention. The outline of the configuration of a line filter is explained with reference to drawing 1.

[0015] The single phase power cord 1 is not equipped with the plug for touch-down, is equipped with the plugs 3 and 5 inputted into a source power supply, and contains a line filter 11. A line filter 11 includes the power supply section 19 which supplies power to the amplifier 17 and amplifier 17 which amplify the noise taken up by the 1st transformer (it expresses with a drawing T1.) 13, the 2nd transformer (it expresses with a drawing T2.) 15, and the 1st transformer 13. Plugs 3 and 5 are connected to the Rhine lines 7 and 9 through the 1st transformer 13 and the 2nd transformer 15, respectively.

[0016] Drawing 2 is drawing for explaining the principle of the approach of absorbing common mode noise by the line filter by one example of this invention, and drawing 3 is the important section representative circuit schematic of the line filter shown in drawing 2.

[0017] The line filter which the single phase power cord shown in drawing 1 contains is explained to a detail using drawing 2 and drawing 3. In addition, what is necessary is just to use a principle as also shows the line filter about a three phase, a direct current, a low frequency signal, etc. below.

[0018] First, use as the Rhine edges A and B the Rhine edge connected to the plug side in the Rhine lines 7 and 9 with reference to drawing 2, and let the Rhine edges connected to various electronic equipment sides be the Rhine edges C and D. The Rhine lines 7 and 9 are also the primary windings 29 coiled around the core of the 1st coil 27 and the 2nd transformer 15 which were wound around the core of the 1st transformer 13, and they are wired in parallel so that the magnetic flux by the power-source current may not influence the 1st and 2nd transformers 13 and 15. In addition, although not illustrated, the Rhine edge C and the Rhine edge D are

connected to a serial through various electronic equipment. Moreover, a secondary winding 23 is coiled around the core of the 1st transformer 13, and a secondary winding 25 is coiled around the core of the 2nd transformer 15. However, primary windings 27 and 29 have few number of turns, and extent to which secondary windings 23 and 25 delay a phase is rolled. One side is connected to the phase inversion amplifier (a drawing expresses by ANP.) 21 of the large slew rate of an amplifier 17, another side is connected to the phase inversion amplifier 21 in Node E, and the secondary winding 23 of the 1st transformer 13 is further connected to the end of the secondary winding 25 of the 2nd transformer 15 through the grounded node F. Another side of the secondary winding 25 of the 2nd transformer 15 is connected to the phase inversion amplifier 21. With the phase inversion amplifier 21, the current which flowed the secondary winding 23 of the 1st transformer 13 has a phase reversed, and is amplified, and flows the secondary winding 25 of the 2nd transformer 15.

[0019] Between the 2nd transformer 15 of the Rhine lines 7 and 9, and the Rhine edges C and D, Node G is formed to the Rhine line 7, and Node H is formed to the Rhine line 9. The Rhine line 7 is connected to the 2nd bypass capacitor (it expresses with a drawing C2.) 33 in Node G, and the Rhine line 9 is connected to the 1st bypass capacitor (it expresses with a drawing C1.) 31 in Node H. The 1st and 2nd bypass capacitors 31 and 33 are connected [ both ] to the grounded rectifier (a drawing expresses by D.) 35, and thereby, a rectifier 35 will receive power and inputs the output into the phase inversion amplifier 21 of an amplifier 17. In addition, other approaches must be used when Rhine is direct-current Rhine and a signal line, and the phase inversion amplifier 21 needs comparatively big DC power supply.

[0020] Next, actuation is explained using drawing 3 which is the representative circuit schematic of the 1st transformer 13 of drawing 2, the 2nd transformer 15, and an amplifier 17 including a principle. Even if a noise enters from which of the Rhine edges A and B of the Rhine lines 7 and 9, or the Rhine edges C and D, or a side, a noise is absorbed, but in order to simplify explanation, the noise shall have invaded from the Rhine edges A and B. Moreover, as shown in drawing 3 The primary winding 27 of the 1st transformer 13 in drawing 2 Resistance R1 The 1st resistance 45 and a self-inductance L1 \*\*\*\* 1 coil 37 and a secondary winding 23 Resistance R2 It is resistance R3 about the 2nd coil 39 of the 2nd resistance 47 and a self-inductance L2, and the primary winding 29 of the 2nd transformer 15. The 3rd resistance 49 and self-inductance L3 It is resistance R4 about the 3rd coil 41 and a secondary winding 25. The 4th resistance and a self-inductance L4 It changes into \*\*\*\* 4 coil 43. furthermore, the mutual inductance to the 1st coil 37 and the 2nd coil 39 in the 1st transformer 13 — M1 it is — the mutual inductance to the 3rd coil 41 and the 4th coil 43 in the 2nd transformer 15 — M2 it is .

[0021] Impedance Z3 of the primary winding 29 in the impedance Z1 of the primary winding [ in / by these assumptions / the 1st transformer 13 ] 27, the impedance Z2 of a secondary winding 23, and the 2nd transformer 15 And impedance Z4 of a secondary winding 25 It is expressed like a \*\* (1) type. Next, it is a current I1 to the primary winding 27 of the 1st transformer 13. It flows and is a current I3 to the primary winding 15 of the 2nd transformer 15. Supposing it flows, in the secondary winding 23 of the 1st transformer 13, and the secondary winding 25 of the 2nd transformer 15, it is induced electromotive force e2 and e4, respectively. It generates. The induced electromotive force e2 and e4 If resistance of the ferrite core itself is disregarded, it is expressed like a \*\* (2) type and a \*\* (3) type, respectively. Similarly, it is a current I2 to the secondary winding 29 of the 1st transformer 13. It flows and is a current I4 to the secondary winding 43 of the 2nd transformer 15. The induced electromotive force e1 which will be generated in the primary winding 27 of the 1st transformer 13, and the primary winding 29 of the 2nd transformer 15 supposing it flows, and e3 It is expressed like a \*\* (4) type and a \*\* (5) type, respectively.

[0022] furthermore, the potential difference in the primary winding 27 of the 1st transformer 13 — E1 it is — then, Kirchhoff's law is applied to the 1st transformer 13, and the relation is expressed like a \*\* (6) type. A \*\* (6) type is calculated and it is a current I1 and I2. When it leads, it can express like a \*\* (7) type and is a current I2. It is a current I1 by having flowed the 2nd coil 39. It turns out that it received and 90 degrees of phases are delayed. Current I2 Current I1 when the phase inversion amplifier 21 is passed, as amplified and shown in a \*\* (8)

type Current I5 which it received and was delayed 270 degrees It becomes. Current I5 If the 4th coil 43 is flowed, it will be a current I4. As shown in a \*\* (9) type, it is a current I1. It receives and becomes a current in phase. However, this is the impedance Z1 of the primary winding of the 1st and 2nd transformers 13 and 15, and secondary windings 23, 25, 27, and 29, Z2, Z3, and Z4. It is the case where the amount of reactance is same extent.

[0023] Therefore, if there are few number of turns of the primary winding 27 of the 1st transformer 13 and the primary winding 29 of the 2nd transformer 15 and there are few phase shifts, it is a current I1. Current I3 Since it is abbreviation equiphase, it is a current I3. Current I4 It becomes in phase. Furthermore, the 3rd coil 41 and the 4th coil 43 Current I4 which is wound around the ferrite core of the 2nd transformer 15 on this alignment, and was amplified Current I3 Compare and from it being a big current Current I4 Induced electromotive force  $e_3$  as shown in the \*\* (5) type produced in the 3rd coil 41 by flowing in the 4th coil 43 Current I3 Compared with back EMF produced by flowing in the 3rd coil 41, it is large.

[0024] Therefore, it is the self-inductance L3 of the 3rd coil 41 of the 2nd transformer 15. It seems to have increased. That is, it is equivalence back EMF  $e_{L3}$  to the 3rd coil 41 temporarily. If it happened, relation as shown in a \*\* (10) type between self-inductance L3e is realized. In addition,  $i_3$  It is the bias current which flows in the 3rd coil 41, and is  $i_4$ . It is the bias current which flows in the 4th coil. furthermore, self-inductance L3e has relation as shown in a \*\* (11) type, and  $R_{3e}$ , then effective-impedance  $Z_{3e}$  express the effective-resistance value of the 3rd resistance 49 with  $R_3 + j\omega L_{3e}$  — having —  $i_3 \ll i_4$  it is — a sake —  $Z_3 \gg Z_{3e}$  — the relation to say is realized. Therefore, since a result equal to the very big impedance having been pushed on the Rhine lines 7 or 9 arises, the purpose frequency will be prevented if the impedance is adjusted. In addition, the rectifier 35 shown in drawing 2 makes the impedance of a rectifier 35 very small compared with the impedance of the 1st and 2nd bypass capacitors 31 and 33, although it works as a power source of the phase inversion amplifier 21. By this, the normal mode noise which gets across to the Rhine lines 7 and 9 will be bypassed.

[0025]

[Equation 1]

$$\begin{aligned}
 Z_1 &= R_1 + j\omega L_1 \\
 Z_2 &= R_2 + j\omega L_2 \\
 Z_3 &= R_3 + j\omega L_3 \\
 Z_4 &= R_4 + j\omega L_4
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$e_2 = -j\omega M_1 I_1 \tag{2}$$

$$e_4 = -j\omega M_2 I_3 \tag{3}$$

$$e_1 = -j\omega M_1 I_2 \tag{4}$$

$$e_3 = -j\omega M_2 I_4 \tag{5}$$

$$\begin{aligned}
 Z_1 I_1 &= E_1 + e_2 = E_1 - j\omega M_1 I_2 \\
 Z_2 I_2 &= e_1 = -j\omega M_1 I_1
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

$$I_1 = \frac{Z_2 E_1}{Z_1 Z_2 + \omega^2 M_1^2} \tag{7}$$

$$I_2 = \frac{-j\omega M_1}{Z_2} \times \frac{Z_2 E_1}{Z_1 Z_2 + \omega^2 M_1^2} = \frac{\omega M_1}{Z_2} \times (-jI_1)$$

$$I_5 = -A_0 I_2 = \frac{\omega M_1}{Z_2} A_0 (jI_1) \tag{8}$$

なお、 $A_0$  は増幅度を表わす。

$$I_4 = -j(I_5) = \frac{\omega M_1}{Z_2} A_0 I_1 \tag{9}$$

$$eL_3 = -L_{3e} \frac{d(i_3 + i_4)}{dt} \tag{10}$$

$$|L_{3e}| \propto L_3 K (i_4/i_3)^2 \tag{11}$$

なお、 $K$  は係数である。

[0026] Drawing 4 is drawing showing the condition of the output line which outputs the noise amplified by the pickup line and the Rhine line which take up a noise from the 1st and 2nd transformers of the line filter by one example of this invention, the Rhine line, and the Rhine line. Drawing 5 is the actual circuit diagram of the line filter of one example of this invention, and drawing 6 is the representative circuit schematic of drawing 5. Drawing 7 is the actual circuit diagram of the line filter of other examples of this invention, and drawing 8 is the representative circuit schematic of drawing 7.

[0027] The part which penetrated the Rhine line 53 with reference to drawing 4 to the core which consisted of two ferrite cores of the quality of the material from which each of the 1st transformer 13 and the 2nd transformer 15 differs, was rolled, and was wound around the 1st transformer 13 is a primary winding 27, and the part wound around the 2nd transformer 15 is a

secondary winding 29. On the other hand, the secondary winding 23 of the 1st transformer 13 is also the pickup line 55 which takes up the noise current transmitted in the Rhine line 53, and the secondary winding 25 of the 2nd transformer 15 is also the output line 57 which outputs the noise current amplified by the Rhine line 53. Thus, by the core of the quality of the material from which plurality differs being put together, the relation between the noise sample taken up by the pickup line 55 and the amplified noise sample which is outputted from an output line 57 becomes various, and broadband nature appears as the screen effect. In addition, the combination of the core of a transformer is not limited to two pieces. Furthermore, what is necessary is just to use a circuit as shown in drawing 5 or drawing 7, in order to amplify the noise sample taken up by the pickup line 55 and to pass to an output line 57.

[0028] A part which drawing 5 makes still more concrete the circuit shown in drawing 2 with reference to drawing 5, and is different from especially drawing 2 is using the transistor 59 as an amplifier. In connection with it, the secondary winding 23 of the 1st transformer 13 is grounded through a capacitor 64 while one side is connected to the base (drawing expresses by B.) terminal of a transistor 59 and another side is connected to +BIAS. The secondary winding 25 of the 2nd transformer 15 is connected to the collector (drawing expresses by C.) terminal of a transistor 59, and another side is connected to +ECC. Furthermore, the emitter (drawing expresses by E.) terminal of a transistor 59 is grounded through the resistance 61 and the capacitor 63 which were connected with juxtaposition.

[0029] Actuation also including the case where the noise omitted when explaining the principle of a line filter hereafter shown in drawing 2 using drawing 6 which is the representative circuit schematic of the circuit shown in drawing 5 has invaded from various electronic equipment sides is explained briefly.

[0030] First, suppose that current  $I_1 = 10\text{microA}$  was inputted into the 1st coil 37 from the upper part which is the power-source side of the Rhine line 53, for example. A current flows in the 2nd coil 39 from +BIAS, and the current is the phase inversion amplifier 21, for example, is doubled 1000, and is set to current  $I_5 = 10000\text{microA}$  because the current flowed in the 1st coil 37. Current  $I_5$  The 4th coil 43 is flowed and it is a current  $I_4$ . Current  $I_3$  which is becoming and flows in the 3rd coil 41 It will extract to  $10/10010$ . Therefore, current  $I_3$  The current which carries out and is outputted from the 3rd coil 41 is the current  $I_1$  which will call it  $0.01\text{microA}$  and flows the 1st coil 37 in connection with this. It is set to  $0.01\text{microA}$ . So, in the next moment, it is a current  $I_5$ . Since only  $0.01 \times 1000 = 10\text{microA}$  flows, it is a current  $I_3$  shortly. Current  $I_4$  which flowed in the 4th coil 43 although it was thought that it narrowed down to  $0.01/10.01$  It is the current  $I_1$  which extracts in fact, does not put since it is small,  $10\text{microA}$  and, but flows the 1st coil 37. It will increase suddenly. Current  $I_3$  which flows the 3rd coil 41 by such a repetition being performed Bias current  $i_3$  Current  $I_4$  which flows the 4th coil 43 Bias current  $i_4$   $i_4 / i_3$  which is a ratio It will settle in a certain value and a  $** (11)$  type will be filled.

[0031] On the other hand, it is a current  $I_3$  to the 3rd coil 41 from the lower part which is the various electronic equipment side of the Rhine line 53. Suppose that  $10\text{microA}$  input of was done. This current  $I_3$  It is a current  $I_1$  as it is. It becomes and the 1st coil 37 also flows. It is a current  $I_1$  to the 2nd coil 39 from +BIAS by the current having flowed in the 1st coil 37. It flows, and the current is doubled 1000 with phase inversion amplifier, and is set to current  $I_5 = 10000\text{microA}$ . This current  $I_5$  Current  $I_3$  which flows the 3rd coil 41 by flowing the 4th coil 43 They are a rat tail and a current  $I_3$   $10/10010$  time too. It is set to  $0.01\text{microA}$ . Current  $I_1$  which flows the 1st coil 37 by this It is set to  $0.01\text{microA}$  and is a current  $I_5$  in the next moment. It is set to  $0.01 \times 1000 = 10\text{microA}$ . Since the current of  $10\text{microA}$  tends to flow into the 3rd coil 41 from the lower part, it is a current  $I_3$ . It drops  $[1/10 / 20 = 2]$  to a rat tail and  $0.5\text{microA}$ . Current  $I_3$  of this  $0.5\text{microA}$  Current  $I_1$  In order to carry out and to flow the 1st coil 37, an again big diaphragm will be produced shortly. Bias current  $i_3$  which flows the 3rd coil 41 also in this case by such repetition Current  $I_4$  which flows the 4th coil 43 Bias current  $i_4$   $i_4 / i_3$  which is a ratio It will settle in a certain value and a  $** (11)$  type will be filled.

[0032] In addition, current  $I_1$  which flows into the 1st coil 37 from the upper part When it becomes  $0\text{A}$  because narrowing down becomes 100%, it is a current  $I_2$ . Since it becomes  $0\text{A}$ ,  $i_4 / i_3$  shown in the  $** (11)$  type It should not become infinity, but should settle in the fixed value,



the current which flows into the 3rd coil 41 from a lower part is narrowed down, and it is a current  $i_1$ . It is  $i_4 / i_3$  similarly [ when it becomes 0A ]. It should not become infinity but should settle in the fixed value.

[0033] By the way, although only one is used and phase inversion amplifier can operate a space-saving line filter by power saving in the example shown in drawing 5 There is a fault of being smaller than the stopping-power force when the fault of making a part of quantity region frequency falling off to touch-down among the sample noises by which induction was carried out to the 2nd coil 39, and the stopping-power force as described above, when a noise comes from the various electronic equipment side of the Rhine line 53 come from a power-source side. What is necessary is just to use the line filter of a circuit as shown in drawing 7 , in order to compensate these faults.

[0034] With reference to drawing 7 , two transistors are used as an amplifier in this example. In connection with this, one side is connected to the base terminal of a transistor 65, another side is connected to the base terminal of a transistor 66, and the secondary winding 23 of the 1st transformer 13 is connected to +BIAS from the middle. One side is connected to the collector terminal of a transistor 65, another side is connected to the collector terminal of a transistor 66, and the secondary winding 25 of the 2nd transformer 15 is connected to +ECC from the middle. The emitter terminal of transistors 66 and 65 is connected to the grounded resistance 68 for simple constant current sources. In addition, a constant current source may be used instead of resistance 68. Thus, it turns out that there is symmetric property about the phase inversion amplifier 21 and 22 expressed as transistors 65 and 66 with reference to drawing 8 which is the representative circuit schematic of the constituted circuit. Therefore, even if a noise current flows in the 1st coil 37 from a power-source side and it flows in the 3rd coil 41 from various electronic equipment sides again, equivalent magnification is performed, and inhibition of the purpose frequency is performed.

[0035] If the above thing is summarized, that a current can be narrowed down will depend for the phase between several/1 million Hertz in 1MHz, or the wave on considering in phase and this wave, for example, although a noise wave changes for a short time keenly extremely. However, only by this, narrowing down is not possible, the current which flows the 1st transformer 13 and the 2nd transformer 15 as conditions is a current from which the amount of currents shifted further, and it must be resonating to the proper electric oscillation of each core of the 1st transformer 13 and the 2nd transformer 15. When this [ 13 ], i.e., the 1st transformer, and the 2nd transformer 15 are packed into one, it is a current  $I_4$ . It is affecting it to one transformer and giving the negative feedback near 100% to the phase inversion amplifier 21, and, now, the screen effect of a line filter is not performed. Therefore, to the 1st transformer 13 and the 2nd transformer 15, it must be made to have to penetrate partially, or a coil must divide and roll each, as shown in drawing 4 .

[0036] In addition, if the supply voltage to the transistor used as an amplifier, bias voltage, an output phase, and amplification degree are adjusted, since the impedance of the 2nd transformer can be changed, inhibition of the purpose frequency is performed easily.

[0037] Drawing 9 is drawing for explaining the configuration of one example of the line filter used for the experiment, drawing 10 is drawing having shown the outline of equipment in which it experimented in the damping property over the common mode noise between AC Rhine grounds, using the line filter as shown in drawing 9 R> 9, and drawing 11 is the graph which showed the experimental result: the axis of ordinate at the time of changing the coil of the Rhine line in drawing 11 especially — a damping-property decibel — carrying out — an axis of abscissa — it — receiving — a piece — it is considering as the frequency which took the logarithm.

[0038] With reference to drawing 9 ; two cores 71 with a height of 4.5mm are prepared for the core 70 with the bore of 8mm, an outer diameter [ of 14mm ], and a height of 6.5mm with two, the same bore, and an outer diameter, it is arranged in a serial, and it considers as a comp lek score. And the Rhine lines 7 and 9 of 1.0mm of diameters penetrate a comp lek score in a pair, and it is wound 5 times, the coil of 0.3mm of diameters is coiled around two cores 70 7 times, and turns into the pickup line 55, and the coil of 0.3mm of diameters is coiled around two cores 71 5 times, and turns into an output line 57. Moreover, the output of the pickup line 55 is

inputted into amplifier (AMP) 21, and the output of amplifier 21 is inputted into an output line 57. The count of a coil of the pickup line 55 and an output line 57 is in a correlation, and one side is reduced when increasing one number of coils. The count of a sum total coil is decided by the toroidal core, and is almost fixed. In addition, although the number of turns of the Rhine line were changed in the experiment with 3 times, 5 times, 9 times, 13 times, and 17 times, the path of the Rhine line of three number of turns, 9 times, and 13 times of cases was performed by 0.6mm.

[0039] The network analyzer used as an experimental device as shows the line filter of such a configuration to drawing 10 is made to equip. A network analyzer is equipped with the applied part 74 which connects each of the Rhine line of a line filter between Terminals L and between Terminals N, the output section 75 which contains in an applied part 74 an oscillator with an internal resistance of 50 ohms which oscillates the output of 4dBm(s), and the input section 76 with the internal resistance which is 50ohms as which the output from an applied part 74 is inputted. And the terminal E other than the terminals L and N to which the Rhine line is connected between them is formed in the terminal of an applied part 74, both one side of Terminal L and one side of Terminal N are connected to it, it connects with the output section 75, and one side of Terminal E is grounded. Moreover, another side of Terminal L is connected to the input section 76, it connects with 50-ohm resistance, another side of Terminal N is grounded, and another side of Terminal E is also grounded. When the noise which took up through the pickup line 55 from the Rhine line with which such an applied part 73 was equipped was inputted into amplifier 21, and was amplified and it was outputted to the output line 57, the result as shown in drawing 11 was obtained.

[0040] If the view of an attenuation bandwidth product is applied to an attenuator with reference to drawing 11 as a gain bandwidth product (GBW) is in an operational amplifier, it can be considered that the size of the gross area surrounded by 0dB Rhine and each line expresses a damping property. Therefore, even if it does not change an attenuator into the condition of ON, when number of turns are changed with 3 times, 9 times, 13 times, and 17 times by the Rhine line of the 0.6mm of the same diameters, in the low frequency band in this drawing, each broken line shows that it is better as a damping effect enlarges number of turns. However, in the high-frequency band, as number of turns are enlarged conversely, the damping effect is getting worse. Then, amplifier is changed into ON condition or an OFF condition to the Rhine line of five number of turns with 1.0mm of diameters, and a damping property is compared. Since the continuous line which shows that amplifier changed into the condition of ON expresses the damping property notably in almost all the frequencies region compared with the broken line which shows an OFF condition, it is turned out how this effect of the invention is large.

[0041] As mentioned above, although the damping effect over common mode noise showed how it would be large by this invention next, the damping effect over a normal mode noise is also explained.

[0042] Drawing 12 is drawing having shown the outline of equipment in which it experimented in the damping property over the normal mode noise between AC Rhine grounds, using the line filter as shown in drawing 9, drawing 13 is drawing for explaining the power source for amplifier of drawing 12, and drawing 14 is the graph which showed the experimental result.

[0043] It explains differing from drawing 9 thru/or drawing 11 which showed the experiment to common mode noise with reference to drawing 12 thru/or drawing 14.

[0044] In drawing 12, since differing is the experiment about a normal mode noise, the output of the output section 75 is not inputted, but it connects with 50-ohm resistance and one side of the terminal N of an applied part 74 is grounded.

[0045] Moreover, as shown in drawing 13, it connects with the bypass capacitors 31 and 33 whose each of AC Rhine 78 and 79 equivalent to the Rhine line is 1.2 micro F, and bypass capacitors 31 and 33 are connected to the rectifier 35 containing zener diode. One side of a rectifier 35 is connected to a capacitor 80 and diodes 81 and 82. Another side of zener diode 82 is connected to another side of a rectifier 35 through resistance 84 and 83, another side of zener diode 81 is connected to another side of a rectifier 35 through resistance 83, and another side of a capacitor 84 is connected to another side of a rectifier 35. Supply voltage VCC is inputted into amplifier 21 from the node of zener diode 81 and resistance 83 and 84, and the

substrate electrical potential difference VBB is inputted into amplifier 21 from the node of zener diode 82 and resistance 84.

[0046] Thus, the power source over the amplifier 21 of the condition of actually using it, and these conditions was used, and the experimental result as the network analyzer 73 shown in drawing 12 equipped with a line filter and shown in drawing 14 was obtained.

[0047] In the comparison-[ amplifier / the number of turns of the Rhine line instead of ON condition / when amplifier makes it change with 3 times, 9 times, 13 times, and 17 times ] low frequency band in drawing like the damping property of common mode noise shown by drawing 11 with reference to drawing 14 as shown by each broken line, whenever number of turns are rolled, the damping property is good.

[0048] However, if set to about 1MHz or more, even if it changes number of turns, change is lost to the damping property. Then, amplifier is changed into ON condition or an OFF condition to the Rhine line of five number of turns by 1.0mm, and a damping property is compared. It turns out that the damping property is notably expressed compared with the broken line with which the continuous line which shows that amplifier changed into ON condition shows an OFF condition.

[0049] As mentioned above, while it turned out that a damping effect has a line filter by this invention to a large frequency band also to a normal mode noise and common mode noise, it turned out that there is a big damping effect especially to a normal mode noise about a high-frequency band.

[0050]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, a noise current can be taken up and amplified in a secondary coil from the upstream coil of the 1st transformer, and the magnitude of attenuation and bandwidth as the screen effect can be changed by passing in the secondary coil of the 2nd transformer equipped with the upstream coil in-series [ in the upstream coil of the 1st transformer. ] and connected to it. furthermore, it is very a broadband in being the thing of a different proper electric-oscillation property, and combining the core which constitutes a transformer — the screen effect of \*\*\*\*\* can be made again. Furthermore, since the number of turns of the upstream coil of the 1st and 2nd transformers can also be lessened, a straight capacity can be stopped and the damping effect of a high region can also be made to increase. Furthermore, the bandwidth and the magnitude of attenuation as the screen effect can be freely chosen by adjusting the self-inductance of the coil which constitutes the 1st and 2nd transformers, a mutual inductance, and the amplification degree of amplifier.

---

[Translation done.]

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view of the single phase power cord which contained the line filter by one example of this invention.

[Drawing 2] It is drawing for explaining the principle of the approach of absorbing common mode noise by the line filter by one example to this invention.

[Drawing 3] It is the important section representative circuit schematic of the line filter shown in drawing 2 .

[Drawing 4] It is drawing showing the condition of the output line which outputs the noise amplified by the pickup line and line line which take up a noise from the 1st and 2nd transformers of the line filter by one example of this invention, a line line, and a line line.

[Drawing 5] It is the concrete circuit diagram of the line filter by one example of this invention.

[Drawing 6] It is the representative circuit schematic of drawing 5 .

[Drawing 7] It is the concrete circuit diagram of the line filter of other examples of this invention.

[Drawing 8] It is the representative circuit schematic of drawing 7 .

[Drawing 9] It is drawing for explaining the configuration of one example of the line filter used in the experiment.

[Drawing 10] It is drawing having shown the outline of equipment in which it experimented in the damping property over the common mode noise between AC line grounds.

[Drawing 11] It is the graph of the experimental result obtained by the experimental device shown in drawing 10 .

[Drawing 12] It is drawing having shown the outline of equipment in which it experimented in the damping property over the normal mode noise between AC line grounds.

[Drawing 13] It is drawing for explaining the power source for amplifier of drawing 12 .

[Drawing 14] It is the graph of the experimental result obtained with the experimental device shown in drawing 12 .

### [Description of Notations]

7, 9, 53 Line line

13 1st Transformer

15 2nd Transformer

23 25 Secondary winding

27 29 Primary winding

37 1st Coil

39 2nd Coil

41 3rd Coil

43 4th Coil

55 Pickup Line

57 Output Line

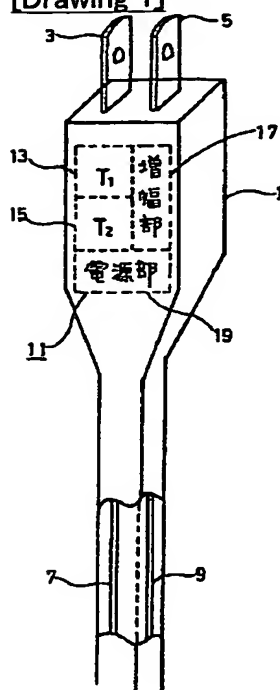
70 71 Core

---

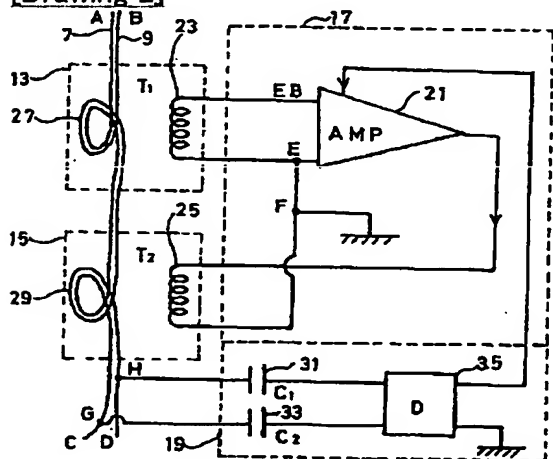
[Translation done.]

## DRAWINGS

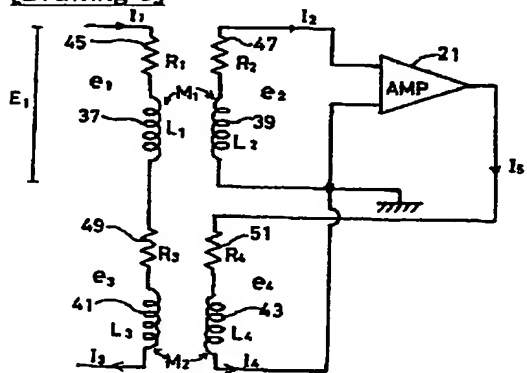
[Drawing 1]



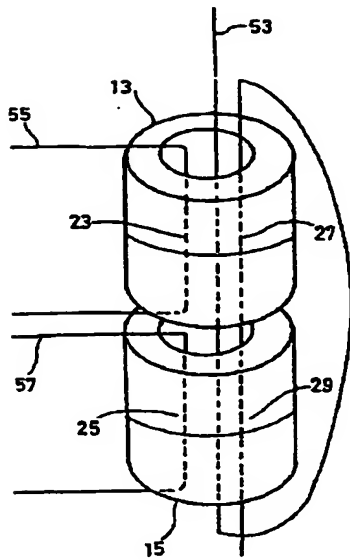
[Drawing 2]



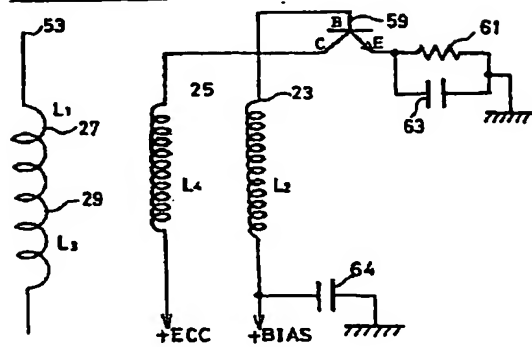
[Drawing 3]



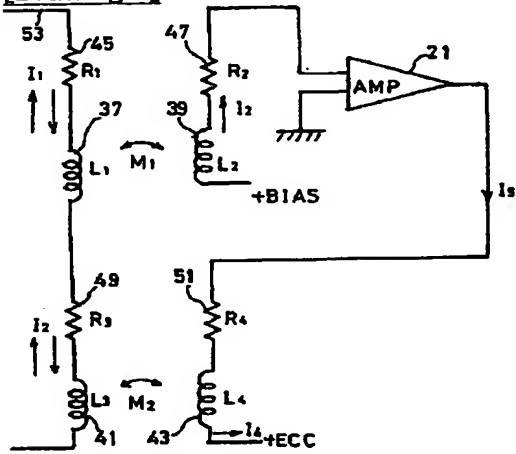
[Drawing 4]



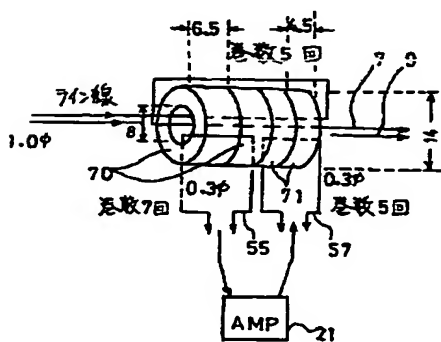
[Drawing 5]



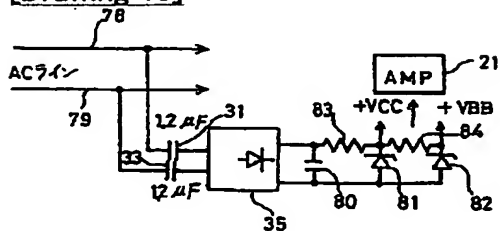
[Drawing 6]



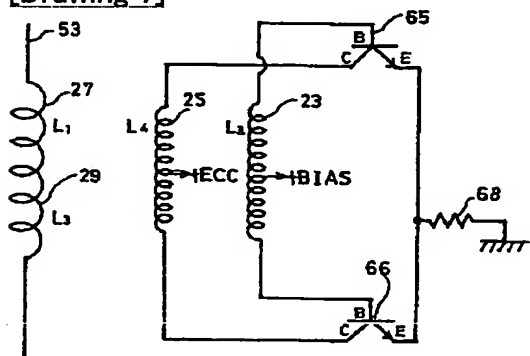
[Drawing 9]



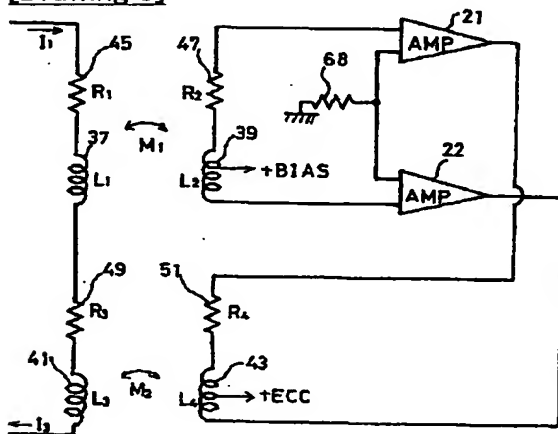
**[Drawing 13]**



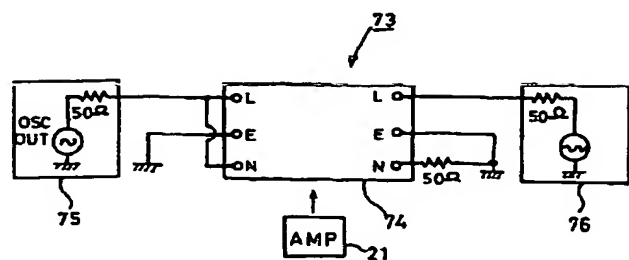
**[Drawing 7]**



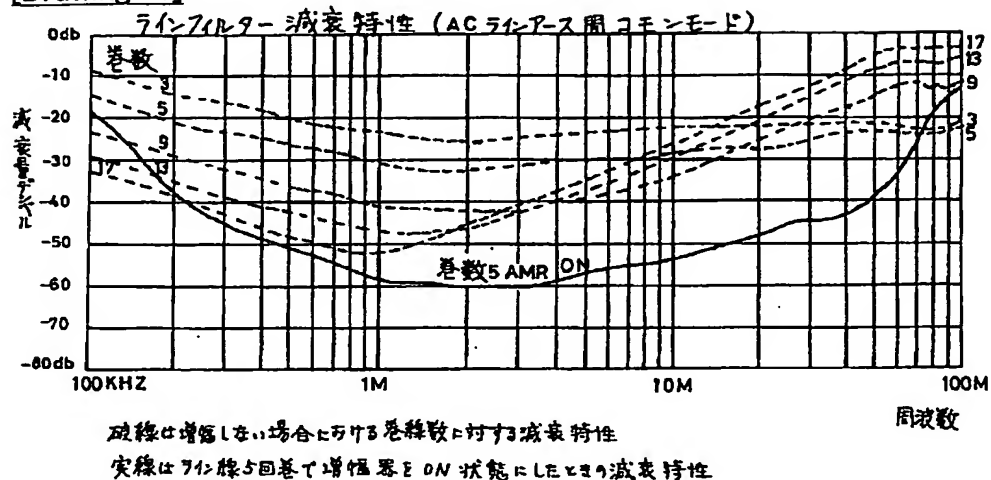
**[Drawing 8]**



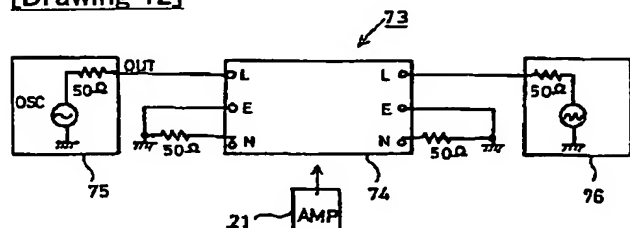
**[Drawing 10]**



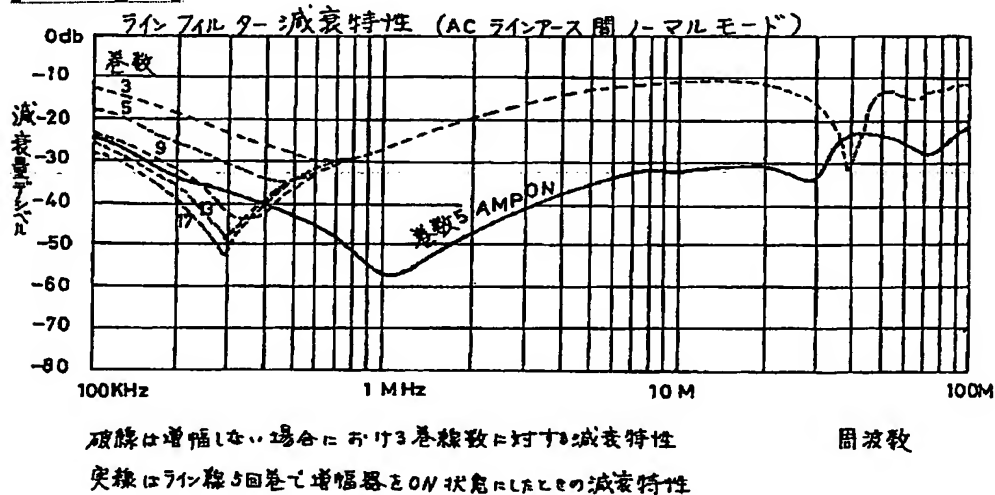
[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Drawing 14]



[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 1 1 5 3 3 9

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 5 月 2 日

(51) Int. Cl. °	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H	7/09	A 8321-5 J		
H 0 1 F	27/33	8123-5 E		
H 0 3 H	11/04	E 8628-5 J		
	11/12	A 8628-5 J		

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 1 1 頁)

(21) 出願番号 特願平 5-259919

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 10 月 18 日

(71) 出願人 591238590

阪神電線株式会社

大阪府大阪市福島区大開 3 丁目 8 番 33 号

(72) 発明者 仙田 竹男

大阪府大阪市福島区大開 3 丁目 8 番 33 号 阪

神電線株式会社内

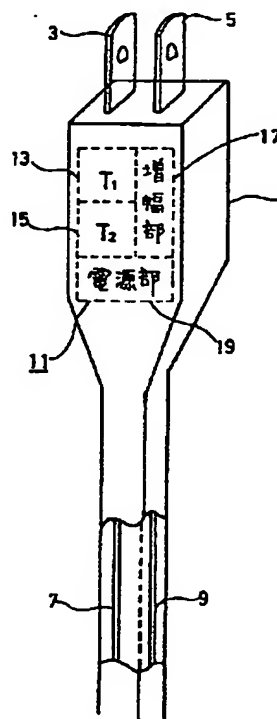
(74) 代理人 弁理士 深見 久郎 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 ラインフィルタおよびラインフィルタのインピーダンス変化方法

(57) 【要約】

【目的】 アースを用いることなく、特定の帯域幅や減衰量を自由に設定することができるようなラインフィルタおよびラインフィルタのインピーダンス変化方法を提供する。

【構成】 単相電源コード 1 に内蔵されたラインフィルタ 11 は、商用電源に差し込まれるプラグ 3、5 に接続されたライン線 7、9 を一次側コイルとして用いる第 1 および第 2 変成器 13、15 と、第 1 変成器 13 の二次側コイルにピックアップされたノイズ電流を増幅する増幅部 17 と、増幅部 17 に電力供給を行なう電源部 19 とを備え、増幅部 17 で増幅された電流は、第 2 変成器の二次側コイルに出力される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 のコアと、第 2 のコアと、前記第 1 および第 2 のコアにまたがって巻かれた第 1 のコイルと、前記第 1 のコイルに電磁結合された第 2 のコイルとを備えたラインフィルタにおいて、前記第 1 のコイルに流れる電流を検出して増幅し、前記第 2 のコイルに増幅された電流を流すことによって、前記第 1 のコイルのインピーダンスを変化させるラインフィルタのインピーダンス変化方法。

【請求項 2】 ノイズ電流を吸収するラインフィルタであって、一次側コイルと二次側コイルを含む第 1 のトランスと、一次側コイルと二次側コイルを含む第 2 のトランスと、前記第 1 のトランスの一次側コイルにノイズ電流が流れることによって前記第 1 のトランスの二次側コイルに電磁誘導されたノイズ電流を増幅する増幅手段とを備え、前記増幅手段で増幅されたノイズ電流を前記第 2 のトランスの二次側コイルに流し、前記第 2 のトランスの一次側コイルのインピーダンスを変化させることを特徴とする、ラインフィルタ。

【請求項 3】 前記第 1 のトランスの一次側コイルと前記第 2 のトランスの一次側コイルは接続されるとともに、第 1 のコアと第 2 のコアにまたがって巻かれることを特徴とする、請求項 2 記載のラインフィルタ。

【請求項 4】 前記第 1 および第 2 のコアは、異なる固有電気振動周波数帯を有する複数のコアを含む、請求項 3 記載のラインフィルタ。

【請求項 5】 前記増幅手段は増幅器を含み、前記増幅器に対する電源電圧、バイアス電圧、出力位相および増幅度を調整して、前記第 2 のトランスの一次側コイルのインピーダンスを変化させることを特徴とする、請求項 2 記載のラインフィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、ラインフィルタおよびラインフィルタのインピーダンス変化方法に関し、特に、10kHz～100MHz 以上の広帯域周波数にわたりノイズまたは特定の周波数を極めて大きな減衰度で減衰し、交流電源ライン、低周波ラインまたは直流ラインに伝わる高周波ノイズ等によって起こる各種電子機器の誤動作、およびこれらの機器の正常な動作が妨害されることを阻止するとともに、ラインへの有害な電磁波伝送または輻射を防止することができ、バンドパスフィルタ、低域または高域通過フィルタ、特定帯域周波数に対する通過電力量調整フィルタとして応用され、様々なエレクトロニクス産業部門に貢献することができるようなラインフィルタおよびラインフィルタのインピーダンス変化方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、各種電子機器のデジタル化が進

み、家庭を含む様々な分野でノイズを発生するノイズ源は増加している。たとえば、ライン線から各種電子機器に侵入してくるノイズにはノーマルモードノイズとコモンモードノイズがあり、その発生メカニズム、伝達モードともに異なる。このようなノイズが侵入すると、各種電子機器は誤動作を生じる。また、各種電子機器内においてもノイズが発生することもあるため、そのノイズが電源に送り込まれれば、ノイズを発生した各種電子機器は他の各種電子機器にとってノイズ源となってしまう。

そのため、ライン線を伝わるノイズを吸収することができるとしてラインフィルタが提案された。

【0003】 従来のコモンモードノイズに対するラインフィルタは、たとえばフェライトやこれに類する磁性体にライン線を貫通させるか、またはN回巻き付けて電磁誘導を利用したものである。すなわち、巻数Nの二乗はラインフィルタのインピーダンスに比例し、そのインピーダンスによる電流阻止効果はライン線を流れようとする電流により発生する逆起電力に起因する。したがって、ラインフィルタを構成する巻数Nや磁性体によって決定されたインピーダンスによって、目的周波数の阻止が行なわれる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、国際無線障害特別委員会(CISPR)は、伝導ノイズ、つまりライン線を伝わるノイズを30MHz以下としている。ところが実際には、ノイズが伝わるラインをアンテナとするアンテナ実効長は、30MHz電磁波長の1/4以下の場合がある。また、ライン線に定在波が1/4波長の整数倍でつた場合にも、30MHz以上のノイズがライン線を伝わってしまう。したがって、ノイズの出口に設けるラインフィルタは、有効周波数ができるだけ高い周波数に対して及ぶことのできるものが現在望まれている。

【0005】 しかし、従来のラインフィルタがノイズを吸収する作用エネルギーは、主にインダクタンスに働くノイズ自身のエネルギーに依存する。そのため、トロイダルコア等に巻かれたライン線の巻数が多いとストレートキャパシティが増大し、高域周波数がバイパスしてしまうため、高域周波数に関してのフィルタ効果は薄れていた。

【0006】 一方、ノイズをより防止するために、ラインフィルタを備える電源コードには、接地用のプラグと交流電圧用のプラグによる3つのプラグが設けられている場合がある。しかし、商用電源は、2つのプラグが差し込まれるものがほとんどであり、2つのプラグしか設けられていない電源コードであっても、ノイズを十分にそのライン線から吸収できるラインフィルタを備えさせる必要がある。

【0007】 ゆえに、この発明は、上記のような問題を解決し、ライン線を伝わる高周波数のノイズを十分に吸

収し、2つのプラグしか差し込むことのできない商用電源で用いられる電源コードであっても、接地線を必要とせず、ノイズを十分にライン線から吸収することのできるようなラインフィルタおよびラインフィルタのインピーダンス変化方法を提供することである。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係るラインフィルタのインピーダンス変化方法は、第1のコアと、第2のコアと、第1および第2のコアにまたがって巻かれた第1のコイルと、第1のコイルに電磁結合された第2のコイルとを備えたラインフィルタにおいて、第1のコイルに流れる電流を検出して増幅し、第2のコイルに増幅された電流を流すことによって、第1のコイルのインピーダンスを変化させる。

【0009】請求項2の発明に係るラインフィルタは、ノイズ電流を吸収するラインフィルタであって、一次側コイルと二次側コイルとを含む第1のトランスと、一次側コイルと二次側コイルとを含む第2のトランスと、第1のトランスの一次側コイルにノイズ電流が流れることによって第1のトランスの二次側コイルに電磁誘導されたノイズ電流を増幅する増幅手段とを備え、増幅手段で増幅されたノイズ電流を第2のトランスの二次側コイルに流し、第2のトランスの一次側コイルのインピーダンスを変化させる。

【0010】請求項3では、請求項2の第1のトランスの一次側コイルと第2のトランスの一次側コイルは接続されて、第1のコアと第2のコアにまたがって巻かれる。

【0011】請求項4では、請求項3の第1および第2のコアは、異なる固有電気振動周波数帯を有する複数のコアを含む。

【0012】請求項5では、請求項2の増幅手段は増幅器を含み、増幅器に対する電源電圧、バイアス電圧、出力位相および増幅度を調整して、第2のトランスの一次側コイルのインピーダンスを変化させる。

#### 【0013】

【作用】この発明に係るラインフィルタおよびラインフィルタのインピーダンス変化方法は、2つのトランスを用い、第1のトランスの一次側コイルからノイズ電流を二次側コイルにピックアップし、ピックアップされたノイズ電流を増幅して第2のトランスの二次側コイルに流すことで、第1のトランスの一次側コイルに直列で接続された第2のトランスの一次側コイルのインピーダンスを変化させることができる。

#### 【0014】

【実施例】図1は、この発明の一実施例によるラインフィルタを内蔵した単相電源コードの斜視図である。図1を参照して、ラインフィルタの構成の概略を説明する。

【0015】単相電源コード1は、接地用のプラグ3、5を備えてなく、商用電源に輸入されるプラグ3、5を備え、

ラインフィルタ11を内蔵する。ラインフィルタ11は、第1変成器（図面では $T_1$ と表わす。）13、第2変成器（図面では $T_2$ と表わす。）15、第1変成器13によってピックアップされるノイズを増幅する増幅部17および増幅部17に電力を供給する電源部19を含む。プラグ3、5は、第1変成器13および第2変成器15を介して、それぞれライン線7、9に接続される。

【0016】図2は、この発明の一実施例によるラインフィルタによってコモンモードノイズを吸収する方法の原理を説明するための図であり、図3は、図2に示すラインフィルタの要部等価回路図である。

【0017】図1に示した単相電源コードが内蔵するラインフィルタについて、図2および図3を用いて詳細に説明する。なお、三相、直流、低周波信号等に関するラインフィルタも以下に示すような原理を用いればよい。

【0018】まず、図2を参照して、ライン線7、9におけるプラグ側に接続されるライン端をライン端A、Bとし、各種電子機器側に接続されるライン端をライン端C、Dとする。ライン線7、9は、第1変成器13のコアに巻かれた第1巻線27および第2変成器15のコアに巻かれた一次巻線29でもあり、電源電流による磁束が第1および第2変成器13、15に影響しないように平行に配線される。なお、図示していないがライン端Cとライン端Dは、各種電子機器を介して直列に接続される。また、第1変成器13のコアには二次巻線23が巻かれ、第2変成器15のコアには二次巻線25が巻かれる。ただし、一次巻線27、29は、巻数が少なく、二次巻線23、25は、位相を遅らせる程度は巻かれている。第1変成器13の二次巻線23は、一方を増幅部17の大きいスルーレートの位相反転増幅器（図面ではANPで表わす。）21に接続され、他方を接続点Eで位相反転増幅器21に接続され、さらに、接地された接続点Fを介して、第2変成器15の二次巻線25の一端に接続される。第2変成器15の二次巻線25の他方は位相反転増幅器21に接続される。第1変成器13の二次巻線23を流れた電流は、位相反転増幅器21で位相を反転されかつ増幅されて、第2変成器15の二次巻線25を流れる。

【0019】ライン線7、9の第2変成器15とライン端C、Dの間には、ライン線7に対して接続点Gが設けられ、ライン線9に対して接続点Hが設けられる。ライン線7は、接続点Gで第2バイパスコンデンサ（図面では $C_2$ と表わす。）33に接続され、ライン線9は、接続点Hで第1バイパスコンデンサ（図面では $C_1$ と表わす。）31に接続される。第1および第2バイパスコンデンサ31、33は、ともに接地された整流器（図面ではDで表わす。）35に接続され、これにより、整流器35は、電力を受けることとなり、その出力を増幅部17の位相反転増幅器21に輸入する。なお、ラインが直

流ラインや信号ラインである場合に、位相反転増幅器 21 が比較的大きな直流電源を必要とするときには他の方法を用いなくてはならない。

【0020】次に、動作について原理を含め、図 2 の第 1 変成器 13、第 2 変成器 15 および増幅部 17 の等価回路図である図 3 を用いて説明する。ノイズがライン線 7、9 のライン端 A、B またはライン端 C、D のどちらか側から入ってもノイズは吸収されるのであるが、説明を簡単にするために、ライン端 A、B からノイズが侵入してきたものとする。また、図 3 に示すように、図 2 における第 1 変成器 13 の一次巻線 27 を抵抗値  $R_1$  の第 1 抵抗 45 と自己インダクタンス  $L_1$  の第 1 コイル 37、二次巻線 23 を抵抗値  $R_2$  の第 2 抵抗 47 と自己インダクタンス  $L_2$  の第 2 コイル 39、第 2 変成器 15 の一次巻線 29 を抵抗値  $R_3$  の第 3 抵抗 49 と自己インダクタンス  $L_3$  の第 3 コイル 41、二次巻線 25 を抵抗値  $R_4$  の第 4 抵抗と自己インダクタンス  $L_4$  の第 4 コイル 43 に変換する。さらに、第 1 変成器 13 における第 1 コイル 37 と第 2 コイル 39 に対する相互インダクタンスは  $M_1$  であり、第 2 変成器 15 における第 3 コイル 41 と第 4 コイル 43 に対する相互インダクタンスは  $M_2$  である。

【0021】これらの仮定によって、第 1 変成器 13 における一次巻線 27 のインピーダンス  $Z_1$ 、二次巻線 23 のインピーダンス  $Z_2$ 、第 2 変成器 15 における一次巻線 29 のインピーダンス  $Z_3$  および二次巻線 25 のインピーダンス  $Z_4$  は、第 (1) 式のように表わされる。次に、第 1 変成器 13 の一次巻線 27 に電流  $I_1$  が流れ、第 2 変成器 15 の一次巻線 29 に電流  $I_3$  が流れたとすると、第 1 変成器 13 の二次巻線 23 および第 2 変成器 15 の二次巻線 25 にはそれぞれ誘導起電力  $e_2$ 、 $e_4$  が発生する。その誘導起電力  $e_2$ 、 $e_4$  は、フェライトコア自体の抵抗が無視されれば、それぞれ第 (2) 式および第 (3) 式のように表わされる。同様に、第 1 変成器 13 の二次巻線 23 に電流  $I_2$  が流れ、第 2 変成器 15 の二次巻線 25 に電流  $I_4$  が流れたとすると、第 1 変成器 13 の一次巻線 27 および第 2 変成器 15 の一次巻線 29 に発生する誘導起電力  $e_1$ 、 $e_3$  はそれぞれ第 (4) 式および第 (5) 式のように表わされる。

【0022】さらに、第 1 変成器 13 の一次巻線 27 における電位差が  $E_1$  であるとするれば、第 1 変成器 13 に対してキルヒホッフの法則が適用され、その関係は第

(6) 式のように表わされる。第 (6) 式を計算して電流  $I_1$ 、 $I_2$  を導くと、第 (7) 式のように表わすこと

ができ、電流  $I_2$  は第 2 コイル 39 を流れたことにより電流  $I_1$  に対して位相を  $90^\circ$  遅らせていることがわかる。電流  $I_2$  は、位相反転増幅器 21 を通過すると、増幅され、第 (8) 式に示すような電流  $I_1$  に対して  $270^\circ$  遅らせた電流  $I_2$  となる。電流  $I_3$  が第 4 コイル 43 を流れれば、電流  $I_4$  は第 (9) 式に示されるように電流  $I_3$  に対して同位相の電流となる。ただし、これは、第 1 および第 2 変成器 13、15 の一次巻線、二次巻線 23、25、27、29 のインピーダンス  $Z_1$ 、 $Z_2$ 、 $Z_3$ 、 $Z_4$  のリアクタンス分が同じ程度であった場合である。

【0023】したがって、第 1 変成器 13 の一次巻線 27 および第 2 変成器 15 の一次巻線 29 の巻数が少なく、位相のずれが少なければ、電流  $I_1$  と電流  $I_3$  が略同位相であるため、電流  $I_2$  と電流  $I_4$  も同位相となる。さらに、第 3 コイル 41 と第 4 コイル 43 は、第 2 変成器 15 のフェライトコアに同心上に巻かれており、増幅された電流  $I_4$  が電流  $I_3$  に比べて大きな電流であることから、電流  $I_4$  が第 4 コイル 43 に流れることで第 3 コイル 41 に生じる第 (5) 式に示されるような誘導起電力  $e_3$  は、電流  $I_3$  が第 3 コイル 41 に流れることで生じる逆起電力に比べて大きい。

【0024】したがって、あたかも第 2 変成器 15 の第 3 コイル 41 の自己インダクタンス  $L_3$  が増大したように見える。すなわち、仮に第 3 コイル 41 に等価逆起電力  $e_{L_3}$  が起こったとすれば、自己インダクタンス  $L_{30}$  との間に第 (10) 式に示されるような関係が成り立つ。なお、 $i_3$  は第 3 コイル 41 に流れる偏位電流であり、 $i_4$  は第 4 コイルに流れる偏位電流である。さらに、自己インダクタンス  $L_{30}$  は、第 (11) 式に示されるような関係を持ち、第 3 抵抗 49 の実効抵抗値を  $R_{30}$  とすれば、実効インピーダンス  $Z_{30}$  は  $R_{30} + j\omega L_{30}$  で表わされ、 $i_3 \ll i_4$  であるため、 $Z_{30} \gg Z_3$  という関係が成り立つ。したがって、極めて大きなインピーダンスがライン線 7 または 9 に押し入れられたことに等しい結果が生じるので、そのインピーダンスを調整すれば、目的周波数は阻止される。なお、図 2 に示した整流器 35 は、位相反転増幅器 21 の電源として働くが、整流器 35 のインピーダンスは、第 1 および第 2 バイパスコンデンサ 31、33 のインピーダンスに比べて極めて小さくしておく。これによって、ライン線 7、9 に伝わるノーマルモードノイズはバイパスすることになる。

【0025】

【数 1】

$$\begin{aligned}
 Z_1 &= R_1 + j\omega L_1 \\
 Z_2 &= R_2 + j\omega L_2 \\
 Z_3 &= R_3 + j\omega L_3 \\
 Z_4 &= R_4 + j\omega L_4
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$e_2 = -j\omega M_1 I_1 \tag{2}$$

$$e_4 = -j\omega M_2 I_3 \tag{3}$$

$$e_1 = -j\omega M_1 I_2 \tag{4}$$

$$e_3 = -j\omega M_2 I_4 \tag{5}$$

$$\begin{aligned}
 Z_1 I_1 &= E_1 + e_2 = E_1 - j\omega M_1 I_2 \\
 Z_2 I_2 &= e_1 = -j\omega M_1 I_1
 \end{aligned} \tag{6}$$

$$I_1 = \frac{Z_2 E_1}{Z_1 Z_2 + \omega^2 M_1^2} \tag{7}$$

$$I_2 = \frac{-j\omega M_1}{Z_2} \times \frac{Z_2 E_1}{Z_1 Z_2 + \omega^2 M_1^2} = \frac{\omega M_1}{Z_2} \times (-jI_1)$$

$$I_5 = -A_0 I_2 = \frac{\omega M_1}{Z_2} A_0 (jI_1) \tag{8}$$

なお、 $A_0$  は増幅度を表わす。

$$I_4 = -j(I_5) = \frac{\omega M_1}{Z_2} A_0 I_1 \tag{9}$$

$$eL_3 = -L_{3e} \frac{d(i_3 + i_4)}{dt} \tag{10}$$

$$|L_{3e}| \propto L_3 K (i_4/i_3)^2 \tag{11}$$

なお、 $K$  は係数である。

【0026】図4は、この発明の一実施例によるラインフィルタの第1および第2の変成器、ライン線、ライン線からノイズをピックアップするピックアップ線およびライン線に増幅されたノイズを出力する出力線の状態を示す図である。図5は、この発明の一実施例のラインフィルタの実際の回路図であり、図6は、図5の等価回路図である。図7は、この発明の他の実施例のラインフィルタの実際の回路図であり、図8は、図7の等価回路図である。

【0027】図4を参照して、ライン線53は、第1変成器13および第2変成器15のそれぞれが異なる材質

の2つのフェライトコアで構成されたコアに貫通して巻かれ、第1変成器13に巻かれた部分が一次巻線27であり、第2変成器15に巻かれた部分が二次巻線29である。一方、第1変成器13の二次巻線23は、ライン線53を伝わるノイズ電流をピックアップするピックアップ線55でもあり、第2変成器15の二次巻線25は、ライン線53に増幅されたノイズ電流を出力する出力線57でもある。このように複数の異なる材質のコアが組合わされることで、ピックアップ線55でピックアップされるノイズサンプルと出力線57から出力される増幅されたノイズサンプルとの関係が様々となり、フィ

ルタ効果として広帯域性が現われる。なお、変成器のコアの組合せは、2個に限定されるものでない。さらに、ピックアップ線55によってピックアップされたノイズサンプルを増幅し出力線57に流すためには、図5または図7に示すような回路を用いればよい。

【0028】図5を参照して、図5は、図2に示した回路をさらに具体的に示したものであり、図2と特に異なる部分は、増幅器としてトランジスタ59を用いていることである。それに伴い、第1変成器13の二次巻線23はトランジスタ59のベース（図面ではBで表わす。）端子に一方を接続され、他方を+B I A Sに接続されるとともにコンデンサ64を介して接地される。第2変成器15の二次巻線25は、トランジスタ59のコレクタ（図面ではCで表わす。）端子に接続され、他方を+E C Cに接続される。さらにトランジスタ59のエミッタ（図面ではEで表わす。）端子は、並列につながれた抵抗61とコンデンサ63を介して接地される。

【0029】以下、図5に示した回路の等価回路図である図6を用いて、図2に示したラインフィルタの原理を説明するうえで省略したノイズが各種電子機器側から侵入してきた場合をも含めて動作を簡単に説明する。

【0030】まず、たとえばライン線53の電源側である上方から第1コイル37に電流 $I_1 = 10 \mu A$ が入力されたとする。第1コイル37に電流が流れたことで、+B I A Sから第2コイル39に電流が流れ、その電流は位相反転増幅器21でたとえば1000倍されて、電流 $I_2 = 10000 \mu A$ となる。電流 $I_2$ は第4コイル43を流れて電流 $I_4$ になることで、第3コイル41に流れる電流 $I_3$ を $10/10010$ に絞ることとなる。したがって、電流 $I_3$ として第3コイル41から出力される電流は、 $0.01 \mu A$ ということとなり、これに伴って第1コイル37を流れる電流 $I_1$ も $0.01 \mu A$ となる。それゆえに次の瞬間には、電流 $I_2$ は $0.01 \times 1000 = 10 \mu A$ しか流れないため、今度は電流 $I_3$ を $0.01/10.01$ に絞り込むと思われるが、第4コイル43に流れた電流 $I_4$ が $10 \mu A$ と小さいため実際には絞り込まず、第1コイル37を流れる電流 $I_1$ は急に増大してしまう。このような繰返しが行なわれることで第3コイル41を流れる電流 $I_3$ の偏位電流 $i_3$ と第4コイル43を流れる電流 $I_4$ の偏位電流 $i_4$ の比である $i_4/i_3$ はある値に落ち着き、第(11)式を満たすこととなる。

【0031】一方、たとえばライン線53の各種電子機器側である下方から第3コイル41に電流 $I_3$ が $10 \mu A$ 入力されたとする。この電流 $I_3$ はそのまま電流 $I_1$ となり、第1コイル37も流れる。第1コイル37に電流が流れたことで+B I A Sから第2コイル39に電流 $I_2$ が流れ、その電流は位相反転増幅器で1000倍されて電流 $I_2 = 10000 \mu A$ となる。この電流 $I_2$ が第4コイル43を流れることで第3コイル41を流れる

電流 $I_3$ はやはり $10/10010$ 倍に絞られ、電流 $I_3$ は $0.01 \mu A$ となる。これにより、第1コイル37を流れる電流 $I_1$ も $0.01 \mu A$ となり、次の瞬間には電流 $I_2$ は $0.01 \times 1000 = 10 \mu A$ となる。第3コイル41には、下方から $10 \mu A$ の電流が流れ込もうとしているので、電流 $I_3$ は $10/20 = 2$ 分の1に絞られ、 $0.5 \mu A$ になる。この $0.5 \mu A$ の電流 $I_3$ は電流 $I_1$ として第1コイル37を流れるため、今度は再び大きな絞りを生み出すこととなる。このような繰返しにより、この場合にも第3コイル41を流れる偏位電流 $i_3$ と第4コイル43を流れる電流 $I_4$ の偏位電流 $i_4$ の比である $i_4/i_3$ はある値に落ち着き、第(11)式を満たすこととなる。

【0032】なお、もし上方から第1コイル37に流れ込む電流 $I_1$ が絞り込みが100%になることで0アンペアとなった場合には電流 $I_2$ も0アンペアとなるため、第(11)式に示した $i_4/i_3$ は無限大とならず、一定の値に落ち着くはずであり、下方から第3コイル41に流れ込む電流が絞り込まれて電流 $I_3$ が0アンペアとなった場合にも同様に $i_4/i_3$ は無限大とならず一定の値に落ち着くはずである。

【0033】ところで、図5に示した実施例において、位相反転増幅器が1つしか用いられてなく、省スペースのラインフィルタを省電力で動作させることができるが、第2コイル39に誘起されたサンプルノイズのうち高域周波数の一部を接地に落ち込ませるという欠点や上記したようにノイズがライン線53の各種電子機器側からきた場合の阻止能力が電源側からきた場合の阻止能力よりも小さいという欠点がある。これらの欠点を補うためには図7に示すような回路のラインフィルタを用いればよい。

【0034】図7を参照して、この実施例では増幅器として2つのトランジスタを用いる。これに伴い第1変成器13の二次巻線23は、一方をトランジスタ65のベース端子に接続され、他方をトランジスタ66のベース端子に接続され、途中から+B I A Sに接続される。第2変成器15の二次巻線25は、一方をトランジスタ65のコレクタ端子に接続され、他方をトランジスタ66のコレクタ端子に接続され、途中から+E C Cに接続される。トランジスタ66、65のエミッタ端子は接地された簡易定電流源用抵抗68に接続される。なお、抵抗68のかわりに定電流源を用いてもよい。このように構成された回路の等価回路図である図8を参照して、トランジスタ65、66として表わした位相反転増幅器21、22についての対称性があることがわかる。したがって、ノイズ電流が、電源側から第1コイル37に流れてもまた各種電子機器側から第3コイル41に流れても同等の増幅が行なわれ、目的周波数の阻止が行なわれる。

【0035】以上のことをまとめると、電流を絞り込む

11

ことができるのは、ノイズ波形が極めて短時間に鋭く変化するにもかかわらず、たとえば1MHzの場合における1000000分の数ヘルツの間の位相や波形を同位相、同波形と考えてよいことに依存している。しかし、このことのみでは絞り込みは可能でなく、さらに条件として、第1変成器13および第2変成器15を流れる電流は電流量がずれた電流であり、第1変成器13および第2変成器15のそれぞれのコアの固有電気振動に共振していなければならない。このことはすなわち、第1変成器13と第2変成器15とを1つにまとめてしまうと電流I<sub>4</sub>が1つの変成器に対して影響を与えることとなり、位相反転増幅器21に100パーセントに近い負帰還を与えてしまうことであり、これでは、ラインフィルタのフィルタ効果は行なわれない。したがって、第1変成器13と第2変成器15に対して巻線は、図4に示したように部分的に貫通させるかまたはそれぞれを分けて巻かなければならない。

【0036】なお、増幅器として用いたトランジスタに対する電源電圧、バイアス電圧、出力位相および増幅度を調整すれば、第2変成器のインピーダンスを変化させることができるため、目的周波数の阻止は容易に行なわれる。

【0037】図9は、実験に用いたラインフィルタの一例の構成を説明するための図であり、図10は、図9に示すようなラインフィルタを用いて、ACラインアース間コモンモードノイズに対しての減衰特性を実験した装置の概略を示した図であり、図11は、その実験結果を示したグラフである。特に、図11においては、ライン線の巻線を変えた場合の縦軸を減衰特性デジベルとし、横軸をそれに対して片対数をとった周波数としている。

【0038】図9を参照して、内径8mm、外径14mmおよび高さ6.5mmのコア70を2つ、同じ内径、外径で高さ4.5mmのコア71を2つ用意し、それを直列に並べてコンプレックスコアとする。そして、径1.0mmのライン線7、9がペアでコンプレックスコアを貫通して5回巻かれ、径0.3mmの巻線が2つのコア70に7回巻かれてピックアップ線55になり、径0.3mmの巻線が2つのコア71に5回巻かれて出力線57になる。また、ピックアップ線55の出力は、増幅器(AMP)21に入力され、増幅器21の出力は出力線57に入力される。ピックアップ線55と出力線57の巻線回数は相関関係にあり、一方の巻線数を増やすときは一方を減らす。合計巻線回数はトロイダルコアにより決まりほぼ一定である。なお、実験ではライン線の巻数を3回、5回、9回、13回、17回と変化させたが、巻数3回、9回、13回の場合のライン線の径は、0.6mmで行なった。

【0039】このような構成のラインフィルタを図10に示すような実験装置として用いたネットワークアナライ

12

ザに装着させる。ネットワークアナライザは、ラインフィルタのライン線のそれぞれを端子L間および端子N間に接続する装着部74と、装着部74に4dBmの出力を発振する内部抵抗50Ωの発振器を含む出力部75と、装着部74からの出力が入力される50Ωの内部抵抗をもつ入力部76とを備える。そして、装着部74の端子には、ライン線がその間に接続される端子L、Nの他に端子Eが設けられており、端子Lの一方と端子Nの一方はともに接続されて、出力部75に接続され、端子Eの一方は接地される。また、端子Lの他方は、入力部76に接続され、端子Nの他方は50Ωの抵抗に接続されて接地され、端子Eの他方も接地される。このような装着部73に装着されたライン線からピックアップ線55を介してピックアップしたノイズを増幅器21に入力して増幅し、それを出力線57に出力すると、図11に示すような結果が得られた。

【0040】図11を参照して、オペアンプに利得帯域幅積(GBW)があるように、減衰器に対して減衰帯域幅積という考え方を適用すると、0dBのラインと各線とで囲まれた総面積の広さが減衰特性を表わすとみなせる。したがって、減衰器をONの状態にしなくても、同じ径0.6mmのライン線で巻数を3回、9回、13回、17回と変化させていくと、この図における低周波数帯域では減衰効果が巻数を大きくすればするほど良くなっていることが各破線からわかる。しかし、高周波数帯域では逆に巻数を大きくすればするほど減衰効果が悪くなっている。そこで、径1.0mmで巻数5回のライン線に対して、増幅器をON状態またはOFF状態にして、減衰特性を比較してみる。増幅器がONの状態になったことを示す実線がOFF状態を示す破線に比べてほとんどの周波数域において減衰特性を顕著に表わしているので、この発明の効果がいかに大きいかわかる。

【0041】以上のように、コモンモードノイズに対しての減衰効果がこの発明によっていかに大きいかわかるが、次に、ノーマルモードノイズに対しての減衰効果についても説明する。

【0042】図12は、図9に示すようなラインフィルタを用いて、ACラインアース間ノーマルモードノイズに対しての減衰特性を実験した装置の概略を示した図であり、図13は、図12の増幅器用電源を説明するための図であり、図14は、実験結果を示したグラフである。

【0043】図12ないし図14を参照して、コモンモードノイズに対しての実験を示した図9ないし図11と異なることについて説明する。

【0044】図12において、異なることは、ノーマルモードノイズについての実験であるため、装着部74の端子Nの一方は、出力部75の出力が入力されるのではなく、50Ωの抵抗に接続されて接地されている。

【0045】また、図13に示すように、ライン線に相



当するACライン78, 79のそれぞれが1. 2  $\mu$ Fのバイパスコンデンサ31, 33に接続され、バイパスコンデンサ31, 33はツェナーダイオードを含む整流器35に接続されている。整流器35の一方は、コンデンサ80とダイオード81, 82に接続される。ツェナーダイオード82の他方は、抵抗84, 83を介して整流器35の他方に接続され、ツェナーダイオード81の他方は抵抗83を介して整流器35の他方に接続され、コンデンサ84の他方は整流器35の他方に接続される。ツェナーダイオード81と抵抗83, 84との接続点から電源電圧VCCが増幅器21に入力され、ツェナーダイオード82と抵抗84との接続点から基板電圧VBBが増幅器21に入力される。

【0046】このようにして、実際に使用する状態と同条件の増幅器21に対する電源が用いられ、図12に示すネットワークアナライザ73にラインフィルタが装着されて図14に示すような実験結果が得られた。

【0047】図14を参照して、図11で示したコモンモードノイズの減衰特性と同様に増幅器がON状態でなく、ライン線の巻数が3回、9回、13回、17回と変化させていくと、各破線で示されるように図における比較的周波数帯域では巻数が巻かれるごとに減衰特性が良くなっている。

【0048】しかし、約1MHz以上になると、巻数を変えても減衰特性に変化がなくなっている。そこで、1.0mmで巻数5回のライン線に対して、増幅器をON状態またはOFF状態にして減衰特性を比較してみる。増幅器がON状態になったことを示す実線がOFF状態を示す破線に比べて減衰特性が顕著に表わされていることがわかる。

【0049】以上のように、この発明によるラインフィルタがノーマルモードノイズおよびコモンモードノイズに対しても広い周波数帯域に対して減衰効果があることがわかるとともに、高周波数帯域に関しては特にノーマルモードノイズに対して大きな減衰効果があることがわかった。

#### 【0050】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、ノイズ電流を第1変成器の一次側コイルから二次側コイルにピックアップして増幅し、第1変成器の一次側コイルに直列で接続された一次側コイルを備える第2変成器の二次側コイルに流すことで、フィルタ効果としての減衰量および帯域幅を変えることができる。さらに、変成器を構成するコアを異なる固有電気振動特性のもので組み合わせることで、非常に広帯域なまたは帯域幅のフィルタ効果を作り出すことができる。さらに、第1および第2変成器の一次側コイルの巻数を少なくすることもできるのでストレートキャパシティを抑えることができ高域の減衰効果を増加させることもできる。さらに、第1および第

2変成器を構成するコイルの自己インダクタンス、相互インダクタンスおよび増幅器の増幅度を調整することによってフィルタ効果としての帯域幅および減衰量を自由に選択できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例によるラインフィルタを内蔵した単相電源コードの斜視図である。

【図2】この発明に一実施例によるラインフィルタによってコモンモードノイズを吸収する方法の原理を説明するための図である。

【図3】図2に示すラインフィルタの要部等価回路図である。

【図4】この発明の一実施例によるラインフィルタの第1および第2変成器、ライン線、ライン線からノイズをピックアップするピックアップ線およびライン線に増幅されたノイズを出力する出力線の状態を示す図である。

【図5】この発明の一実施例によるラインフィルタの具体的な回路図である。

【図6】図5の等価回路図である。

【図7】この発明の他の実施例のラインフィルタの具体的な回路図である。

【図8】図7の等価回路図である。

【図9】実験で用いたラインフィルタの一具体例の構成を説明するための図である。

【図10】ACラインアース間コモンモードノイズに対しての減衰特性を実験した装置の概略を示した図である。

【図11】図10に示した実験装置によって得られた実験結果のグラフである。

【図12】ACラインアース間ノーマルモードノイズに対しての減衰特性を実験した装置の概略を示した図である。

【図13】図12の増幅器用電源を説明するための図である。

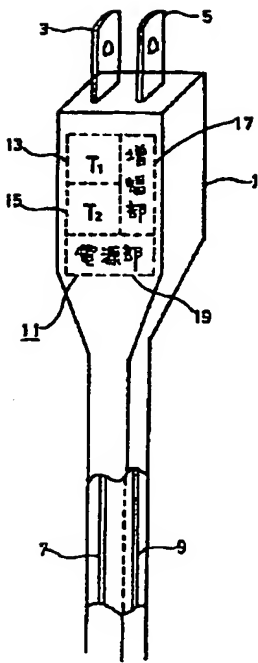
【図14】図12に示した実験装置で得られた実験結果のグラフである。

#### 【符号の説明】

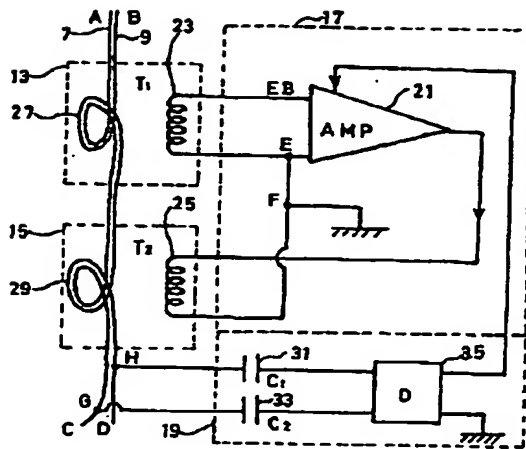
7, 9, 53 ライン線  
13 第1変成器  
15 第2変成器  
23, 25 二次巻線  
27, 29 一次巻線  
37 第1コイル  
39 第2コイル  
41 第3コイル  
43 第4コイル  
55 ピックアップ線  
57 出力線  
70, 71 コア



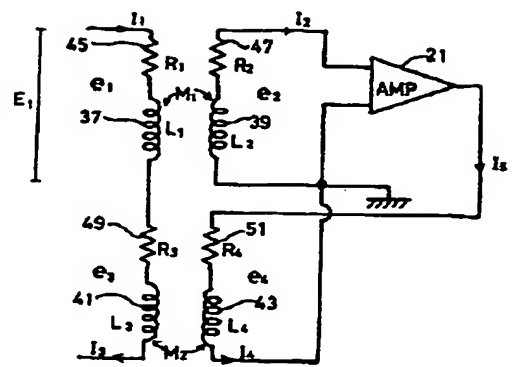
【図1】



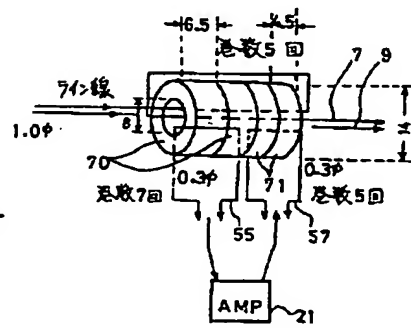
【図2】



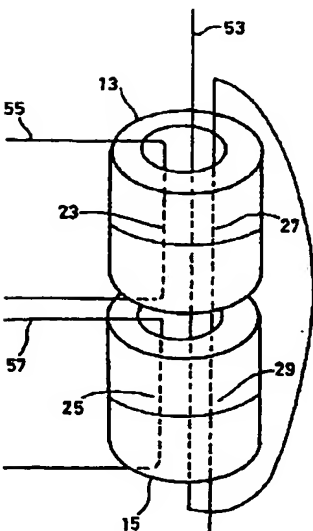
【図3】



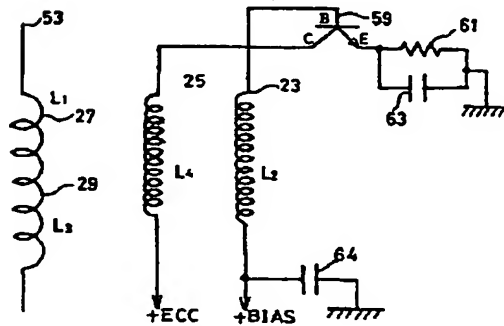
【図9】



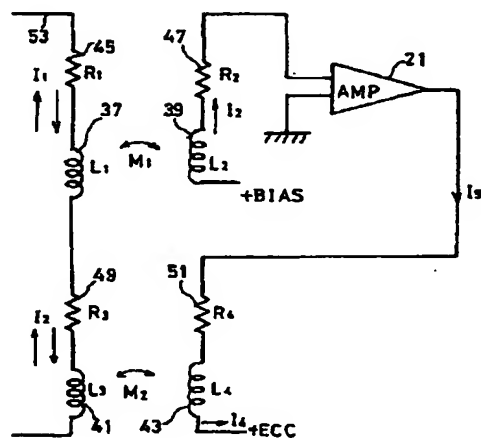
【図4】



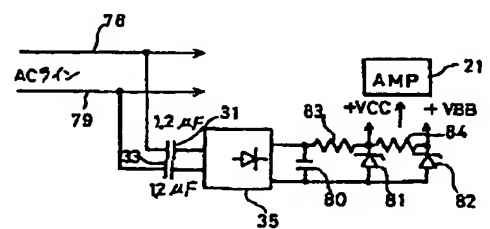
【図5】



【図6】



【図13】





【图 14】

